

#4

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE: Toshio NORITA, et al.
SERIAL NO.: Not Yet Assigned
FILING DATE: 27 September 1999
FOR: THREE-DIMENSIONAL INPUT APPARATUS AND IMAGE SENSING CONTROL
METHOD



**SUBMISSION OF CERTIFIED COPY(IES) OF PRIOR FOREIGN
APPLICATION(S) UNDER 37 C.F.R. § 1.55**

Assistant Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

Sir:

In accordance with the provisions of 37 C.F.R. § 1.55, Applicants submit herewith a certified copy of each of the following foreign application(s):

Japanese Patent Application No. 10-274636
Filed: 29 September 1998
Japanese Patent Application No. 10-274637
Filed: 29 September 1998
Japanese Patent Application No. 10-274639
Filed: 29 September 1998
Japanese Patent Application No. 11-81055
Filed: 25 March 1999

It is respectfully requested that Applicants be given benefit of the foreign filing date, as evidenced by the certified papers attached hereto, in accordance with the requirements of 35 U.S.C. § 119.

The Commissioner is hereby authorized to charge any additional fees associated with this communication or credit any overpayment to Deposit Account No. 13-0203. A duplicate copy of this communication is enclosed for accounting purposes.

Respectfully submitted,
McDERMOTT, WILL & EMERY

Date: 27 September 1999

By:  37,449
Michael E. Fogarty
Registration No. 36,139

600 13th Street, N.W.
Washington, D.C. 20005-3096
Telephone: 202-756-8000
Facsimile: 202-756-8087

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE: Toshio NORITA, et al.
SERIAL NO.: Not Yet Assigned
FILING DATE: 27 September 1999
FOR: THREE-DIMENSIONAL INPUT APPARATUS AND IMAGE SENSING CONTROL
METHOD



**SUBMISSION OF CERTIFIED COPY(IES) OF PRIOR FOREIGN
APPLICATION(S) UNDER 37 C.F.R. § 1.55**

Assistant Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

Sir:

In accordance with the provisions of 37 C.F.R. § 1.55, Applicants submit herewith a certified copy of each of the following foreign application(s):

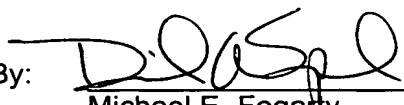
Japanese Patent Application No. 10-274636
Filed: 29 September 1998
Japanese Patent Application No. 10-274637
Filed: 29 September 1998
Japanese Patent Application No. 10-274639
Filed: 29 September 1998
Japanese Patent Application No. 11-81055
Filed: 25 March 1999

It is respectfully requested that Applicants be given benefit of the foreign filing date, as evidenced by the certified papers attached hereto, in accordance with the requirements of 35 U.S.C. § 119.

The Commissioner is hereby authorized to charge any additional fees associated with this communication or credit any overpayment to Deposit Account No. 13-0203. A duplicate copy of this communication is enclosed for accounting purposes.

Respectfully submitted,
McDERMOTT, WILL & EMERY

Date: 27 September 1999

By:  37,449
Michael E. Fogarty
Registration No. 36,139

600 13th Street, N.W.
Washington, D.C. 20005-3096
Telephone: 202-756-8000
Facsimile: 202-756-8087

日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
る事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
in this Office.

願 年 月 日
Date of Application:

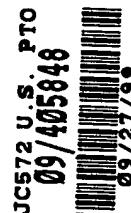
1998年 9月29日

願 番 号
Application Number:

平成10年特許願第274636号

願 人
Applicant(s):

ミノルタ株式会社

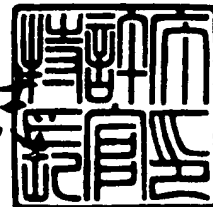


CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

1999年 8月13日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

伴佐山 建



出証番号 出証特平11-3057200

【書類名】 特許願

【整理番号】 TL02549

【提出日】 平成10年 9月29日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G01B 11/24

【発明の名称】 3次元入力装置

【請求項の数】 3

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪国際ビル ミノルタ株式会社内

【氏名】 糊田 寿夫

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪国際ビル ミノルタ株式会社内

【氏名】 佐藤 一睦

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪国際ビル ミノルタ株式会社内

【氏名】 岡田 浩幸

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪国際ビル ミノルタ株式会社内

【氏名】 宮崎 誠

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪国際ビル ミノルタ株式会社内

【氏名】 掃部 幸一

【特許出願人】

【識別番号】 000006079

【氏名又は名称】 ミノルタ株式会社
【代理人】
【識別番号】 100086933
【弁理士】
【氏名又は名称】 久保 幸雄
【電話番号】 06-304-1590
【手数料の表示】
【予納台帳番号】 010995
【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1
【包括委任状番号】 9716123
【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 3次元入力装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】

物体に向かって仮想面を走査するように参照光を投射し、受光面内の任意範囲の選択的な読出しが可能な撮像デバイスを用いて走査中に周期的に前記物体を撮影し、前記受光面における前記物体で反射した参照光の入射位置に応じたデータを出力する3次元入力装置であって、

前記撮像デバイスに対して、前記受光面における前記仮想面の主走査方向に相当する方向について画素を間引いて撮影像を出力させるコントローラを有したことを特徴とする3次元入力装置。

【請求項2】

前記撮像デバイスにおける画素の間引きの割合の異なる複数の動作モードが設けられ、

前記コントローラは、前記撮像デバイスに対して、動作モード設定で指定された割合の間引き制御を行う

請求項1記載の3次元入力装置。

【請求項3】

前記複数の動作モードのうちの1つは、間引きの割合が零で間引きを行わないモードである

請求項2記載の3次元入力装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、物体に検出光を投射して物体を走査し、物体形状を特定するデータを出力する3次元入力装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

レンジファインダと呼ばれる非接触型の3次元入力装置は、接触型に比べて

高速の測定が可能であることから、CGシステムやCADシステムへのデータ入力、身体計測、ロボットの視覚認識などに利用されている。

【0003】

レンジファインダに好適な測定方法としてスリット光投影法（光切断法ともいう）が知られている。この方法は、物体を光学的に走査して距離画像（3次元画像）を得る方法であり、特定の参照光を照射して物体を撮影する能動的測定方法の一種である。距離画像は、物体上の複数の部位の3次元位置を示す画素の集合である。スリット光投影法では、参照光として投射ビームの断面が直線帯状であるスリット光が用いられ、スリットの幅方向にビームを偏向する線順次の走査が行われる。スリットの長さ方向が主走査方向であり、幅方向が副走査方向である。走査中のある時点では物体の一部が照射され、撮影系の受光面には照射部分の起伏に応じて曲がった輝線が現れる。走査中に周期的に受光面の各画素の輝度をサンプリングすることにより、物体形状を特定する一群の3次元入力データを得ることができる。

【0004】

従来において、受光面の輝度のサンプリングに際して、1回のサンプリングの対象を受光面全体ではなく参照光が入射すると予想される一部の帯状領域（ブロック）に限定し、その帯状領域をサンプリング毎に副走査方向にシフトさせる手法が知られている。これによれば、サンプリングの1回当たりの所要時間を短縮して走査を高速化することができ、データ量を削減して信号処理系の負担を軽減することができる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

3次元入力の可能な距離範囲（測定レンジ）は、上述の帯状領域の幅（副走査方向の画素数）に依存する。したがって、高速化を図るために帯状領域の幅を狭くすると、測定レンジも狭まるという問題があった。1ライン置きに帯状領域の撮影像を読み出す副走査方向の間引きを行えば、測定レンジをそのままにして高速化を図ることができる。しかし、その場合には3次元入力の奥行き方向の分解能が $1/2$ に低下してしまう。つまり、物体の細かな凹凸情報を得ることができ

なくなる。

【0 0 0 6】

本発明は、3次元入力可能な距離範囲を狭めず且つ分解能を低下させずに、所定画角の3次元入力に要する時間を短縮することを目的としている。

【0 0 0 7】

【発明が解決しようとする課題】

請求項1の発明の装置は、物体に向かって仮想面を走査するように参照光を投射し、受光面内の任意範囲の選択的な読出しが可能な撮像デバイスを用いて走査中に周期的に前記物体を撮影し、前記受光面における前記物体で反射した参照光の入射位置に応じたデータを出力する3次元入力装置であって、前記撮像デバイスに対して、前記受光面における前記仮想面の主走査方向に相当する方向について画素を間引いて撮影像を出力させるコントローラを有している。

【0 0 0 8】

請求項2の発明の3次元入力装置においては、前記撮像デバイスにおける画素の間引きの割合の異なる複数の動作モードが設けられ、前記コントローラは、前記撮像デバイスに対して動作モード設定で指定された割合の間引き制御を行う。動作モード設定はスイッチやボタンの操作又は外部からの遠隔制御により行われる。

【0 0 0 9】

請求項3の発明の3次元入力装置においては、前記複数の動作モードのうちの1つは、間引きの割合が零で間引きを行わないモードである。

【0 0 1 0】

【発明の実施の形態】

図1は本発明に係る測定システム1の構成図である。

測定システム1は、スリット光投影法によって立体測定を行う3次元カメラ（レンジファインダ）2と、3次元カメラ2の出力データを処理するホスト3とから構成されている。

【0 0 1 1】

3次元カメラ2は、物体Q上の複数のサンプリング点の3次元位置を特定する

測定データとともに、物体Qのカラー情報を示す2次元画像及びキャリブレーションに必要なデータを出力する。三角測量法を用いてサンプリング点の座標を求める演算処理はホスト3が担う。

【0012】

ホスト3は、CPU3a、ディスプレイ3b、キーボード3c、及びマウス3dなどから構成されたコンピュータシステムである。CPU3aには測定データ処理のためのソフトウェアが組み込まれている。ホスト3と3次元カメラ2の間では、オンライン及び可搬型の記録メディア4によるオフラインの両方の形態のデータ受渡しが可能である。記録メディア4としては、光磁気ディスク(MO)、ミニディスク(MD)、メモリカードなどがある。

【0013】

図2は3次元カメラ2の外観を示す図である。

ハウジング20の前面に投光窓20a及び受光窓20bが設けられている。投光窓20aは受光窓20bに対して上側に位置する。内部の光学ユニットOUが射出するスリット光(所定幅wの帯状のレーザビーム)Uは、投光窓20aを通過して測定対象の物体(被写体)に向かう。スリット光Uの長さ方向M1の放射角度 ϕ は固定である。物体の表面で反射したスリット光Uの一部が受光窓20bを通過して光学ユニットOUに入射する。なお、光学ユニットOUは、投光軸と受光軸との相対関係を適正化するための2軸調整機構を備えている。

【0014】

ハウジング20の上面には、ズーミングボタン25a、25b、手動フォーカシングボタン26a、26b、及びシャッターボタン27が設けられている。図2(b)のように、ハウジング20の背面には、液晶ディスプレイ21、カーソルボタン22、セレクトボタン23、キャンセルボタン24、アナログ出力端子32、デジタル出力端子33、及び記録メディア4の着脱口30aが設けられている。

【0015】

液晶ディスプレイ(LCD)21は、操作画面の表示手段及び電子ファインダとして用いられる。撮影者は背面の各ボタン21~24によって撮影モードの設

定を行うことができる。アナログ出力端子 32 からは、2 次元画像信号が例えば NTSC 形式で出力される。デジタル出力端子 33 は例えば SCSI 端子である。

【0016】

図 3 は 3 次元カメラ 2 の機能構成を示すブロック図である。図中の実線矢印は電気信号の流れを示し、破線矢印は光の流れを示している。

3 次元カメラ 2 は、上述の光学ユニット O U を構成する投光側及び受光側の 2 つの光学系 40, 50 を有している。

【0017】

光学系 40 において、半導体レーザ (LD) 41 が射出する波長 685 nm のレーザビームは、投光レンズ系 42 を通過することによってスリット光 U となり、ガルバノミラー (走査手段) 43 によって偏向される。半導体レーザ 41 のドライバ 44、投光レンズ系 42 の駆動系 45、及びガルバノミラー 43 の駆動系 46 は、システムコントローラ 61 によって制御される。

【0018】

光学系 50 において、ズームユニット 51 によって集光された光は、ビームスプリッタ 52 で分光される。半導体レーザ 41 の発振波長帯域の光は測定用のイメージセンサ 53 に入射する。可視帯域の光はモニタ用のカラーイメージセンサ 54 に入射する。イメージセンサ 53 は、MOS 型エリアセンサであり、任意の画素の読出しが可能である。カラーイメージセンサ 54 は CCD エリアセンサである。ズームユニット 51 は内焦型であり、入射光の一部がオートフォーカシング (AF) に利用される。AF 機能は、AF センサ 57 とレンズコントローラ 58 とフォーカシング駆動系 59 とによって実現される。ズーミング駆動系 60 は電動ズーミングのために設けられている。

【0019】

3 次元カメラ 2 における物体情報の流れは次のとおりである。

まず、イメージセンサ 53 による撮影情報は、ドライバ 55 からのクロックに同期して出力処理回路 62 へ転送される。出力処理回路 62 は、イメージセンサ 53 の出力する各画素の光電変換信号を増幅する増幅器、及び光電変換信号を 8

ビットの受光データに変換するAD変換部を有している。出力処理回路62で得られた受光データはメモリ63によって一時的に記憶された後、重心演算回路73へ送られる。その際のアドレス指定はメモリ制御回路63Aが行う。重心演算回路73は、入力された受光データに基づいて3次元位置を算出するための基となるデータを算出し、それを出力用メモリ64に出力する。また、重心演算回路73は、測定対象の物体の形状に対応した濃淡画像（距離画像）を生成し、それを表示用メモリ74に出力する。LCD21は、表示用メモリ74に記憶された濃淡画像、カラー画像メモリ69に記憶されたカラー画像などを表示する。

【0020】

一方、カラーイメージセンサ54による撮像情報は、ドライバ56からのクロックに同期してカラー処理回路67へ転送される。カラー処理を受けた撮像情報は、NTSC変換回路70及びアナログ出力端子32を経てオンライン出力され、又はデジタル画像生成部68で量子化されてカラー画像メモリ69に格納される。その後、カラー画像メモリ69からSCSIコントローラ66へカラー画像データが転送され、デジタル出力端子33からオンライン出力され、又は測定データと対応づけて記録メディア4に格納される。なお、カラー画像は、センサ53による距離画像と同一の画角の像であり、ホスト3側におけるアプリケーション処理に際して参考情報として利用される。カラー情報を利用する処理としては、例えばカメラ視点の異なる複数組の測定データを組み合わせて3次元形状モデルを生成する処理、3次元形状モデルの不要の頂点を間引く処理などがある。システムコントローラ61は、図示しないキャラクタジェネレータに対して、LCD21の画面上に適切な文字や記号を表示するための指示を与える。

【0021】

図4は投光レンズ系42の構成を示す模式図である。図4(a)は正面図であり、図4(b)は側面図である。

投光レンズ系42は、コリメータレンズ421、バリエータレンズ422、及びエキスパンダレンズ423の3つのレンズから構成されている。半導体レーザー41が射出したレーザービームに対して、次の順序で適切なスリット光Uを得るための光学的処理が行われる。まず、コリメータレンズ421によってビームが平

行化される。次にバリエータレンズ422によってレーザビームのビーム径が調整される。最後にエキスパンダレンズ423によってビームがスリット長さ方向M1に拡げられる。

【0022】

バリエータレンズ422は、撮影距離及び撮影の画角に係わらず、センサ53に3以上の複数画素分の幅のスリット光Uを入射させるために設けられている。駆動系45は、システムコントローラ61の指示に従って、センサ53上でのスリット光Uの幅wを一定に保つようにバリエータレンズ422を移動させる。バリエータレンズ422と受光側のズームユニット51とは連動する。

【0023】

ガルバノミラー43による偏向の以前にスリット長を拡げることにより、偏向の後で行う場合に比べてスリット光Uの歪みを低減することができる。エキスパンダレンズ423を投光レンズ系42の最終段に配置することにより、すなわちガルバノミラー43に近づけることにより、ガルバノミラー43を小型化することができる。

【0024】

図5は測定システム1における3次元位置の算出の原理図である。同図では理解を容易にするため、各画素gの受光量のサンプリングについて5回分のみが示されている。

【0025】

イメージセンサ53の受光面（撮像面）S2上で複数画素分となる比較的幅の広いスリット光Uを物体Qに照射する。具体的にはスリット光Uの幅を5画素分とする。スリット光Uは、サンプリング周期毎に受光面S2上で1画素ピッチpvだけ移動するように、図5の上から下に向かって偏向され、それによって物体Q（厳密には奥行き方向と直交する仮想面）が走査される。スリット光Uの偏向方向が副走査方向である。サンプリング周期毎にイメージセンサ53から1フレーム分の受光データ（光電変換情報）が出力される。なお、この偏向は実際には等角速度で行われる。

【0026】

受光面 S 2 の 1 つの画素 g に注目すると、本実施形態においては、走査中に行う 32 回のサンプリングによって 32 回分の受光データが得られる。これら 32 回分の受光データに対する重心演算によって、注目画素 g がにらむ範囲の物体表面をスリット光 U の光軸が通過する時点（時間重心 i_p ）を求める。

【0027】

物体 Q の表面が平面であって光学系の特性によるノイズがないとすると、注目画素 g の受光量は、図 5（b）に示すようにスリット光 U が通過する期間において多くなり、通常はほぼ正規分布曲線を描くように推移する。図示の例では、 n 回目とその 1 つ前の（ $n-1$ ）回目の間の時点で受光量が最大となっており、その時点は演算結果の時間重心 i_p とほぼ一致する。

【0028】

求めた時間重心 i_p におけるスリット光の照射方向と、注目画素に対するスリット光の入射方向との関係に基づいて、物体 Q の位置（座標）を算出する。これにより、受光面の画素ピッチ p_v で規定される分解能より高い分解能の測定が可能となる。

【0029】

なお、注目画素 g の受光量は物体 Q の反射率に依存する。しかし、サンプリングの各受光量の相対比は受光の絶対量に係わらず一定である。つまり、物体色の濃淡は測定精度に影響しない。

【0030】

図 6 はイメージセンサ 53 の読出し範囲を示す図である。

図 6 のように、イメージセンサ 53 における 1 フレームの読出しは、受光面 S 2 の全体ではなく、高速化を図るために受光面 S 2 の一部である有効受光領域（帯状画像）A e のみを対象に行われ、さらに本発明に則して物体 Q の走査における主走査方向に相当する方向の間引き読出しが行われる。間引き読出しの詳細は後述する。有効受光領域 A e は、ある照射時点での受光面 S 2 における物体 Q の測定可能な距離範囲 d' （図 18 参照）に対応する領域であり、スリット光 U の偏向に伴ってフレーム毎に 1 画素分ずつシフトする。本実施形態では、有効受光領域 A e のシフト方向の画素数は 32 に固定されている。有効受光領域 A e の長

さ方向（水平方向）の画素数は200である。ただし、間引き読出しを行う高速モードでは200画素のうちの一部（例えば間引きの割合 m が0.5の場合は100画素）が読出し対象となる。

【0031】

図7はイメージセンサ53の受光面S2におけるラインとフレームとの関係を示す図、図8～10は各フレームの受光データの記憶状態を示す図である。

図7に示すように、受光面S2の最初のフレーム1には、ノーマルモードの場合にライン1からライン32までの32ライン分（ 32×200 画素分）の受光データが含まれる。高速モードの場合にもライン分の受光データが含まれるが、1ラインの画素数は200より少ない。フレーム2はライン2からライン33まで、フレーム3はライン3からライン34までというように、フレーム毎に1ライン分だけシフトされる。フレーム32はライン32からライン63までの32ラインである。

【0032】

これらフレーム1からフレーム32までの受光データが、出力処理回路62を介してメモリ63に順次転送され、図8に示す状態で記憶される。つまり、メモリ63には、フレーム1、2、3…の順に受光データが記憶される。各フレームに含まれるライン32のデータは、フレーム1については32ライン目、フレーム2については31ライン目というように、フレーム毎に1ラインづつ上方にシフトされている。フレーム1からフレーム32までの受光データがメモリ63に記憶されると、ライン32の各画素について、時間重心 i_p の算出が行われる。

【0033】

ライン32についての演算が行われている間に、フレーム33の受光データがメモリ63に転送されて記憶される。図9に示すように、フレーム33の受光データは、メモリ63のフレーム32の次の領域に記憶される。フレーム33のデータがメモリ63に記憶されると、これらフレーム2からフレーム33までに含まれるライン33の各画素について、時間重心 i_p の算出が行われる。

【0034】

ライン33についての演算が行われている間に、フレーム34の受光データが

メモリ 63 に転送されて記憶される。図 10 に示すように、フレーム 34 の受光データは、フレーム 1 の記憶されていた領域に上書きされる。この時点ではフレーム 1 のデータは処理済であるため、上書きにより消去しても差し支えないからである。フレーム 34 のデータがメモリ 63 に記憶されると、ライン 34 の各画素について、時間重心 i_p の算出が行われる。フレーム 34 の受光データについての処理が終わると、フレーム 35 の受光データがフレーム 2 の記憶されていた領域に上書きされる。

【0035】

このようにして、最終のラインであるライン 231 まで、合計 200 ライン分についての時間重心 i_p の算出が行われる。

上述のとおり、メモリ 63 に記憶された受光データのうち、順次不要になったデータの記憶された領域に新規の受光データを上書きして記憶するので、メモリ 63 の容量が低減される。

【0036】

図 11 は時間重心 i_p の概念を示す図である。

時間重心 i_p は、32 回のサンプリングによって得られた 32 個の時系列の受光データについての時間軸上の重心である。各画素についての 32 個の受光データに、1~32 のサンプリング番号を付す。i 番目の受光データは x_i で表される。i は 1~32 の整数である。このとき、i は 1 つの画素について、その画素が有効受光領域 A_e に入ってからフレーム数を示している。

【0037】

1~32 番の受光データ $x_1 \sim x_{32}$ についての重心 i_p は、32 個の受光データについて、 $i \cdot x_i$ の総和 $\sum i \cdot x_i$ を x_i の総和 $\sum x_i$ で除すことにより求められる。すなわち、

【0038】

【数 1】

$$i_p = \frac{\sum_{i=1}^{32} i \cdot x_i}{\sum_{i=1}^{32} x_i}$$

【0039】

となる。

重心演算回路 73 は、メモリ 63 から読み出したデータに基づいて、各画素についての重心 i_p を算出する。ただし、メモリ 63 から読み出したデータをそのまま用いるのではなく、各データから定常光データ k_s を減算した値（その値が負になるときは 0）を用いる。つまり、イメージセンサ 53 から出力される受光データに対して、定常光データ k_s の分だけ差し引いてオフセットを与えるのである。

【0040】

算出された重心 i_p は表示用メモリ 74 に逐次記憶され、LCD 21 の画面に表示される。重心 i_p は、測定対象の物体 Q の表面の位置に関連し、物体 Q の表面の位置が 3 次元カメラ 2 に近い場合に重心 i_p の値が大きくなり、遠い場合に重心 i_p の値が小さくなる。したがって、受光面 S2 の各画素の重心 i_p を濃度データとして濃淡画像を表示させることによって、測定結果である距離分布を可視化することができる。

【0041】

次にイメージセンサ 53 の間引き読出しの方法を説明する。

図 12 はイメージセンサ 53 の構成の模式図である。

イメージセンサ 53 は、受光面 S2 の各画素 g を順に指定して受光情報を読みだすいわゆる X-Y アドレス走査型の撮像デバイスであって、各画素 g に対応したスイッチの制御によって任意の範囲の読出しが可能である。一般的には、垂直走査回路 531 と水平走査回路 532 とを構成するデジタルシフトレジスタに所定のタイミングでシフト信号を入力することにより、ライン順次の読出しが行われる。ラインは水平方向の画素列である。本実施形態において、水平方向は物

体Qの走査における主走査方向に相当する方向であり、垂直方向は副走査方向（スリット光の偏向方向）に相当する方向である。ただし、イメージセンサ53の配置の向きは光学系の構成に応じて変更可能であるので、ここでの垂直方向が必ずしも実空間での鉛直方向と一致するとは限らない。

【0042】

イメージセンサ53においては、垂直走査回路531に対して走査開始ラインを示すレジスタ初期値を与える走査開始セットレジスタ533が設けられ、これによって上述の有効受光領域Ae（帯状画像）の読出しが実現される。また、水平走査回路532に対して水平シフトの間引き量を与える読み飛ばしレジスタ535が設けられ、これによって主走査方向の間引き読出しが実現される。

【0043】

走査開始セットレジスタ533へは走査開始位置を表すデータ信号sgn1、及び走査終了位置を表すデータ信号sgn2を入力することで、どの位置の有効受光領域Aeの撮影像（帯状画像）を読み出すかを指示する。水平走査回路532へは読み飛ばし量を表すデータ信号sgn3を入力することで、主走査方向の間引きの割合を指示する。但し、ノーマルモードの場合には読み飛ばし量を零とし、間引きを行わないようにする。

【0044】

また、受光面S2の画素数が増加するとデータ信号sgn1のビット数が増えるので、入力端子の低減の上でデータ信号sgn1のデコーダ534を設けるのが望ましい。読み出し開始時には、走査開始セットレジスタ533の内容を垂直走査回路531に並列転送することで走査開始位置及び走査終了位置がセットされたことになる。

【0045】

帯状画像の読み出しは、水平走査を繰り返すのではなく垂直走査を繰り返すことにより行う。まず、イメージセンサ53は、水平方向の1列目に対して垂直走査を開始位置から終了位置まで行うことで垂直方向に並ぶ33（=32+1）個の画素からなる画素列から光電変換信号を出力する。ただし、メモリ63への格納の対象になるのは32画素分の光電変換信号である。続いて、読み飛ばしレジ

スタ 535 にセットされた読み飛ばし量に応じて水平方向の読出し位置をシフトし、再び垂直走査を行って 33 画素分の光電変換信号を出力する。このような動作を繰り返すことで指定された位置の帯状画像を間引いた画像を出力する。

【0046】

以上の要領で間引き読出しを行うことにより、帯状画像の全体を読み出す場合より短い時間（読み出す列の数／帯状画像の全画素数）で 1 フレームの読出しが完了する。

【0047】

垂直方向に並ぶ 33 画素分の範囲の読出しを行う理由は次のとおりである。

MOS 型センサでは、一度読み出された領域はリセットされ次の電荷蓄積を開始するのに対し、読み出されなかった領域は電荷の蓄積が継続して行われる。次の読出しの対象が同じ領域であれば問題はないが、異なる領域を読み出す場合には、 n 回目と $(n+1)$ 回目の読出しで蓄積時間の異なる画像情報が混在することになる。すなわち、光投影法による 3 次元測定においては、スリット光 U の偏向とともに読み出しの必要な有効受光領域 A_e が副走査方向（受光面の垂直方向）にシフトする。したがって、 n 回目と $(n+1)$ 回目とで重複して読み出される領域の画像は前回（ n 回目）の読み出しから今回（ $n+1$ 回目）の読み出しまでの蓄積時間の画像が読み出されるのに対し、有効受光領域 A_e のシフトによって今回に新たに読み出される領域の画像は 1 回目の撮影から継続して光電変換をした画像となってしまふ。そこで、本実施形態においては、読み出し対象領域を今回に必要な領域と次回に必要な領域の双方を包含する領域に設定する。こうすることで、次回に読出しが必要な領域については必ず前回に電荷蓄積がクリアされることになり、蓄積時間の異なる画素からなる画像を取り込んでしまうという問題を回避することができる。

【0048】

図 13 はメモリの使用形態を示す図である。

ノーマルモードの場合は、受光面 S2 の水平方向の 1 ラインにつき 200 画素のデータを、イメージセンサ 53 からの読出し順にメモリ 63 に書き込む。高速モードの場合も、受光面 S2 の水平方向に間引かれて読み出されるデータを読出

し順にそのままアドレスを詰めて書き込む。

【0049】

以下、3次元カメラ2及びホスト3の動作を測定の手順と合わせて説明する。測定のサンプリング点数をノーマルモードでは 200×262 とし、高速モードでは 100×262 とする。すなわち、受光面S2におけるスリットUの幅方向の画素数は262であり、実質的なフレーム数Nは231である。

【0050】

ユーザー（撮影者）は、LCD21が表示する操作画面の案内に従って所望の動作モードを設定する。その後、カラーモニタ画像を見ながら、カメラ位置と向きを決め、画角を設定する。その際に必要に応じてズーミング走査を行う。

【0051】

図14は3次元カメラ2の動作の概要を示すフローチャートである。

3次元カメラ2は、電源投入時の初期設定を終えるとユーザーによる操作を待つ（#11）。動作モード設定の操作が行われると、モードの変更内容を記憶する（#12、#13）。シャッターボタン27のオンによって測定開始が指示されると、動作モード設定をした後、測定を行う（#14～#16）。

【0052】

図15は動作モード設定サブルーチンのフローチャートである。

高速モードが設定された場合には、上述の間引き読出しに係わるパラメータを制御データROMから読み出す（#151、#152）。他のモードが設定された場合には、そのモードに係わるパラメータを読み出す（#151、#153）。読み出したパラメータを制御対象に与えた後、ズーミング及びフォカシング状態に応じて測定の基準面である仮想面の位置を定め、スリット光Uの偏向角度範囲及び走査の速度を設定する（#154、#155）。

【0053】

図16は3次元カメラ2におけるデータの流れを示す図、図17はホスト3における3次元位置演算の処理手順を示すフローチャート、図18は光学系の各点と物体Qとの関係を示す図である。

【0054】

ユーザーによる画角選択操作（ズーミング）に応じて、ズームユニット51のバリエータ部の移動が行われる。また、フォーカシング部の移動による手動又は自動のフォーカシングが行われる。フォーカシングの過程でおおよそその対物間距離 d_0 が測定される。

【0055】

このような受光系のレンズ駆動に呼応して、投光側のバリエータレンズ422の移動量が図示しない演算回路によって算出され、算出結果に基づいてバリエータレンズ422の移動制御が行われる。

【0056】

システムコントローラ61は、レンズコントローラ58を介して、フォーカシングエンコーダの出力（繰り出し量 E_d ）及びズーミングエンコーダの出力（ズーム刻み値 f_p ）を読み込む。システムコントローラ61の内部において、歪曲収差テーブルT1、主点位置テーブルT2、及び像距離テーブルT3が参照され、繰り出し量 E_d 及びズーム刻み値 f_p に対応した撮影条件データがホスト2へ出力される。ここでの撮影条件データは、歪曲収差パラメータ（レンズ歪み補正係数 d_1 , d_2 ）、前側主点位置FH、及び像距離 b である。前側主点位置FHは、ズームユニット51の前側端点Fと前側主点Hとの距離で表される。前側端点Fは固定であるので、前側主点位置FHにより前側主点Hを特定することができる。

【0057】

システムコントローラ61は、半導体レーザ41の出力（レーザ強度）及びスリット光Uの偏向条件（走査開始角、走査終了角、偏向角速度）を算定する。この算定方法を詳しく説明する。

【0058】

まず、おおよその対物間距離 d_0 に平面物体が存在するものとして、イメージセンサ53の中央で反射光を受光するように投射角設定を行う。以下で説明するレーザ強度の算定のためのパルス点灯は、この設定された投射角で行う。

【0059】

次に、レーザ強度を算定する。レーザ強度の算定に際しては、人体を測定する

場合があるので、安全性に対する配慮が不可欠である。そこで、最初に最小強度 LD_{min} で $LD41$ をパルス点灯し、イメージセンサ 53 の出力を取り込む。取り込んだ複数画素分の信号のうちの最大値 $MAX[S_{on}(LD_{min})]$ と適正レベル $Styp$ との比を算出し、仮のレーザ強度 $LD1$ を設定する。

【0060】

$$LD1 = LD_{min} \times Styp / MAX[S_{on}(LD_{min})]$$

続いて、レーザ強度 $LD1$ で再びパルス点灯してイメージセンサ 53 の出力を取り込む。取り込んだ信号 $[S_{on}(LD1)]$ が適正レベル $Styp$ 又はそれに近い値であれば、 $LD1$ をレーザ強度 LDs と決める。他の場合には、レーザ強度 $LD1$ と $MAX[S_{on}(LD1)]$ とに基づいて新たに仮のレーザ強度 $LD1$ を設定する。イメージセンサ 53 の出力が許容範囲内の値となるまで、レーザ強度の仮設定と適否の確認を繰り返す。なお、イメージセンサ 53 の出力の取り込みは受光面 $S2$ の全面を対象に行う。これはオートフォーカシング (AF) による受動的な距離計算では、スリット光 U の受光位置を高精度に推定することが難しいためである。イメージセンサ 53 における電荷の蓄積時間は 1 フィールド時間 (例えば $1/60$ 秒) であり、実際の測定時における蓄積時間より長い。このため、パルス点灯を行うことにより測定時と等価なセンサ出力を得る。

【0061】

次に、投射角と、レーザ強度が決定したときのスリット光 U の受光位置とから三角測量によって対物間距離 d を決定する。

最後に、決定された対物間距離 d に基づいて、偏向条件を算出する。偏向条件の算定に際しては、対物間距離 d の測距基準点である受光系の前側主点 H と投光の起点 A との Z 方向 (奥行き方向) のオフセット d_{off} を考慮する。また、走査方向の端部においても中央部と同様の測定可能距離範囲 d' を確保するため、所定量 (例えば 8 画素分) のオーバースキャンを行うようにする。走査開始角 t_{h1} 、走査終了角 t_{h2} 、偏向角速度 ω は、次式で表される。

【0062】

$$t_{h1} = \tan^{-1} [\beta \times p_v (n_p / 2 + 8) + L] / (d + d_{off}) \times 180 / \pi$$

$$th2 = \tan^{-1} [-\beta \times pv (np/2 + 8) + L] / (d + doff)] \times 180 / \pi$$

$$\omega = (th1 - th2) / np$$

β : 撮像倍率 (= d / 実効焦点距離 f_{real})

pv : 画素ピッチ

np : 受光面 S2 の Y 方向の有効画素数

L : 基線長

このようにして算出された条件で本発光に移り、物体 Q の走査（スリット投影）が行われ、上述の出力処理回路 62、及び重心演算回路 73 を経て出力用メモリ 64 に記憶されたデータ D62 がホスト 2 へ送られる。同時に、偏向条件（偏向制御データ）及びイメージセンサ 53 の仕様などを示す装置情報 D10 も、ホスト 3 へ送られる。表 1 は 3 次元カメラ 2 がホスト 3 へ送る主なデータをまとめたものである。

【0063】

【表 1】

データの内容			データレンジ
計測データ	Σx_i	200×200 ×13bit	
	$\Sigma i \cdot x_i$	200×200 ×18bit	
撮影条件	像距離 b		0.000~200.000
	前側主点位置 FH		0.00~300.00
	スリット偏向開始角度 $th1$		
	偏向角速度 ω		
装置情報	計測の画素数（サンプリング数 X, Y 方向）		1~
	センサ画素ピッチ pu, pv		~0.00516 ~
	投光系姿勢（X, Y, Z 軸周り）		0.00~±90.00
	投光系姿勢（X, Y, Z 軸方向）		0.00~±300.00
	レンズ歪み補正係数 $d1, d2$		
	センサ中心画素 $u0, v0$		0.00~256.00
2 次元画像	R プレーン	512×512 ×8bit	0~255
	G プレーン	512×512 ×8bit	0~255
	B プレーン	512×512 ×8bit	0~255

【0064】

図 17 のように、ホスト 3 においては、3 次元位置演算処理が実行され、これ

によって1ライン当たり200個（高速モードではそれより少ない数）のサンプリング点の3次元位置（座標X, Y, Z）が算定される。サンプリング点はカメラ視線（サンプリング点と前側主点Hとを結ぶ直線）とスリット面（サンプリング点を照射するスリット光Uの光軸面）との交点である。

【0065】

図17において、まず3次元カメラ2から送られてきた x_i の総和 $\sum x_i$ が所定値を上回っているかどうかを判定する（#31）。 x_i が小さい場合、つまりスリット光成分の総和 $\sum x_i$ が所定の基準に満たない場合には誤差を多く含んでいるので、その画素については3次元位置の算出を実行しない。そして、その画素については「エラー」を示すデータを設定して記憶する（#37）。 $\sum x_i$ が所定値を上回っている場合には十分な精度が得られるので、3次元位置の算出を実行する。

【0066】

3次元位置の算出に先立って、スリット光Uの通過タイミング nop を算出する（#32）。通過タイミング nop は、 $i=1\sim 32$ について $(\sum i \cdot x_i) / (\sum x_i)$ を計算して重心 ip を求め、これにライン番号を加算することによって算出される。

【0067】

すなわち、算出された重心 ip は、その画素の出力が得られている32フレーム内のタイミングであるので、ライン番号を加えることによって走査開始からの通過タイミング nop に変換する。具体的には、ライン番号は、最初に算出されるライン32の画素については「32」、次のライン33については「33」となる。注目画素 g のラインが1つ進む毎にライン番号は1つ増大する。しかし、これらの値は他の適当な値とすることが可能である。その理由は、3次元位置を算出する際に、係数である後述の（3）式におけるX軸周りの回転角（ $the1$ ）及びX軸周りの角速度（ $the4$ ）などをキャリブレーションにより適切に設定することができるからである。

【0068】

そして3次元位置算出を行う（#33）。算出された3次元位置は、その画素

に対応するメモリ領域に記憶し（#34）、次の画素について同様の処理を行う（#36）。総ての画素についての処理が終わると（#35でイエス）、ルーチンを終了する。

【0069】

次に、3次元位置の算出方法について説明する。

カメラ視線方程式は次の（1）式及び（2）式である。

$$(u - u_0) = (x_p) = (b / p_u) \times [X / (Z - FH)] \quad \dots (1)$$

$$(v - v_0) = (y_p) = (b / p_v) \times [Y / (Z - FH)] \quad \dots (2)$$

b : 像距離

FH : 前側主点位置

p_u : 撮像面における水平方向の画素ピッチ

p_v : 撮像面における垂直方向の画素ピッチ

u : 撮像面における水平方向の画素位置

u₀ : 撮像面における水平方向の中心画素位置

v : 撮像面における垂直方向の画素位置

v₀ : 撮像面における垂直方向の中心画素位置

スリット面方程式は（3）式である。

【0070】

【数 2】

$$\begin{bmatrix} \cos(\text{the3}) & -\sin(\text{the3}) & 0 \\ \sin(\text{the3}) & \cos(\text{the3}) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos(\text{the2}) & 0 & \sin(\text{the2}) \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin(\text{the2}) & 0 & \cos(\text{the2}) \end{bmatrix} \\ \cdot \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos(\text{the1}+\text{the4} \cdot \text{nop}) & -\sin(\text{the1}+\text{the4} \cdot \text{nop}) \\ 0 & \sin(\text{the1}+\text{the4} \cdot \text{nop}) & \cos(\text{the1}+\text{the4} \cdot \text{nop}) \end{bmatrix} \\ \cdot \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X & Y-L & Z-s \end{bmatrix} = 0 \quad \dots (3)$$

the1 : X軸周りの回転角
the2 : Y軸周りの傾き角
the3 : Z軸周りの傾き角
the4 : X軸周りの角速度
nop : 通過タイミング (=時間重心 i p + ライン番号)
L : 基線長
s : 起点Aのオフセット

【0 0 7 1】

幾何収差は画角に依存する。歪はほぼ中心画素を中心として対象に生じる。したがって、歪み量は中心画素からの距離の関数で表される。ここでは、距離の3次関数で近似する。2次の補正係数をd 1、3次の補正係数をd 2とする。補正後の画素位置u' , v' は(4)式及び(5)式で与えられる。

【0 0 7 2】

$$u' = u + d1 \times t2^2 \times (u - u0) / t2 \\ + d2 \times t2^3 \times (u - u0) / t2 \quad \dots (4)$$

$$v' = v + d1 \times t2^2 \times (v - v0) / t2 \\ + d2 \times t2^3 \times (v - v0) / t2 \quad \dots (5)$$

$$t2 = (t1)^{-2}$$

$$t1 = (u - u0)^2 + (v - v0)^2$$

上述の(1)式及び(2)式において、uに代えてu'を代入し、vに代えてv'を代入することにより、歪曲収差を考慮した3次元位置を求めることができる。なお、キャリブレーションについては、電子情報通信学会研究会資料PRU 91-113 [カメラの位置決めのいらない画像の幾何学的補正] 小野寺・金谷、電子情報通信学会論文誌D-II vol. J74-D-II No.9 pp.1227-1235,'91/9 [光学系の

3次元モデルに基づくレンジファインダの高精度キャリブレーション法] 植芝・吉見・大島、などに詳しい開示がある。

【0073】

以上の実施形態において、イメージセンサ53の間引き読出しの割合は、水平走査回路532に与える読み飛ばし量の設定によって任意に変更することができる。例えば、読み飛ばし量を1画素とすれば、1画素置きの間引きが行われ、読み出し時間及びデータ量はノーマルモードの場合の半分となる。

【0074】

上述の実施形態においては参照光としてスリット光を使用しているが、スポット光を主走査方向及び副走査方向に偏向して走査を行ってもよい。また、イメージセンサ53としてMOS型エリアセンサを使用しているが、データ量を削減するだけであれば、CCDエリアセンサを使用してもよい。この場合、全ての画素は一旦読み出されるが、その後に1画素おきに記憶するようにすればよい。

【0075】

3次元位置の算出をホスト3に代えて3次元カメラ2が行うようにしてもよい。3次元位置をルックアップテーブル方式で算定することも可能である。受光側の光学系50において、ズームユニット51に代えて交換レンズによって撮像倍率を変更してもよい。その他、3次元カメラ2、ホスト3、又は測定システム1の全体又は各部の構成、処理内容又は順序、処理タイミングなどは、本発明の主旨に沿って適宜変更することができる。

【0076】

【発明の効果】

請求項1乃至請求項3の発明によれば、3次元入力の可能な距離範囲を狭めず且つ分解能を低下させずに、所定画角の3次元入力に要する時間を短縮することができる。

【0077】

請求項2又は請求項3の発明によれば、ユーザーは用途に応じて主走査方向のサンプリング数（解像度）を選択することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明に係る測定システムの構成図である。

【図 2】

3次元カメラの外観を示す図である。

【図 3】

3次元カメラの機能構成を示すブロック図である。

【図 4】

投光レンズ系の構成を示す模式図である。

【図 5】

測定システムにおける3次元位置の算出の原理図である。

【図 6】

イメージセンサの読出し範囲を示す図である。

【図 7】

イメージセンサの受光面におけるラインとフレームとの関係を示す図である。

【図 8】

各フレームの受光データの記憶状態を示す図である。

【図 9】

各フレームの受光データの記憶状態を示す図である。

【図 10】

各フレームの受光データの記憶状態を示す図である。

【図 11】

時間重心の概念を示す図である。

【図 12】

イメージセンサの構成の模式図である。

【図 13】

メモリの使用形態を示す図である。

【図 14】

3次元カメラ2の動作の概要を示すフローチャートである。

【図 15】

動作モード設定サブルーチンのフローチャートである。

【図 16】

3次元カメラにおけるデータの流れを示す図である。

【図 17】

ホストにおける3次元位置演算の処理手順を示すフローチャートである。

【図 18】

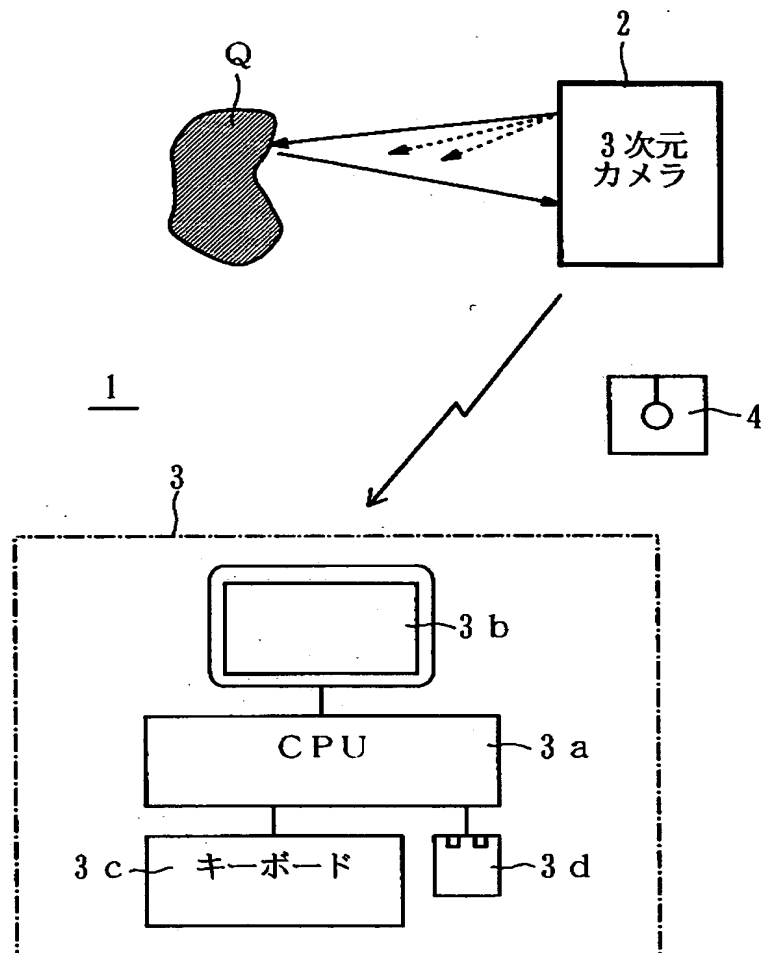
光学系の各点と物体との関係を示す図である。

【符号の説明】

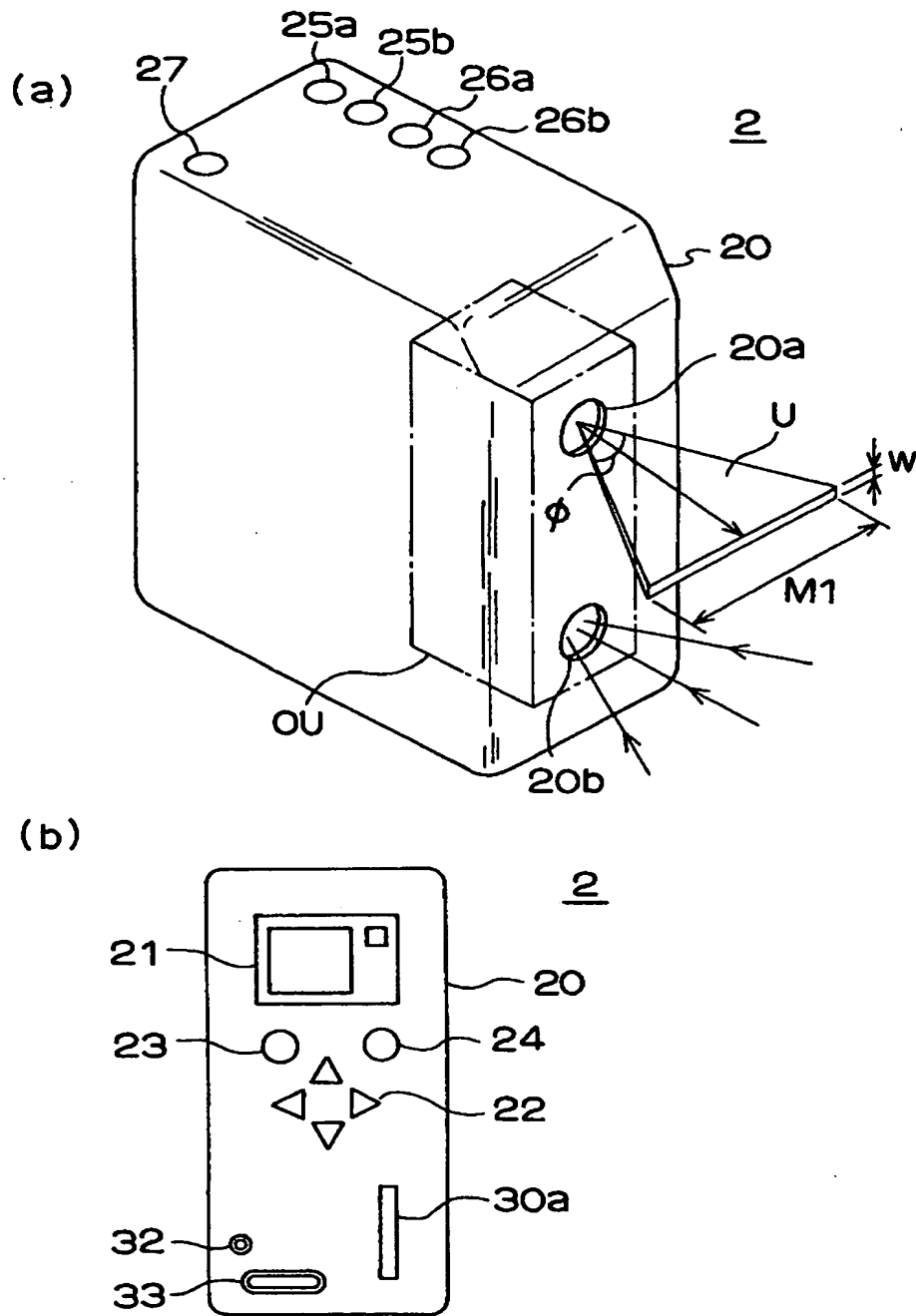
- 2 3次元カメラ（3次元入力装置）
- 53 イメージセンサ（撮像デバイス）
- 61 システムコントローラ
- S2 受光面
- Q 物体
- U スリット光（参照光）

【書類名】 図面

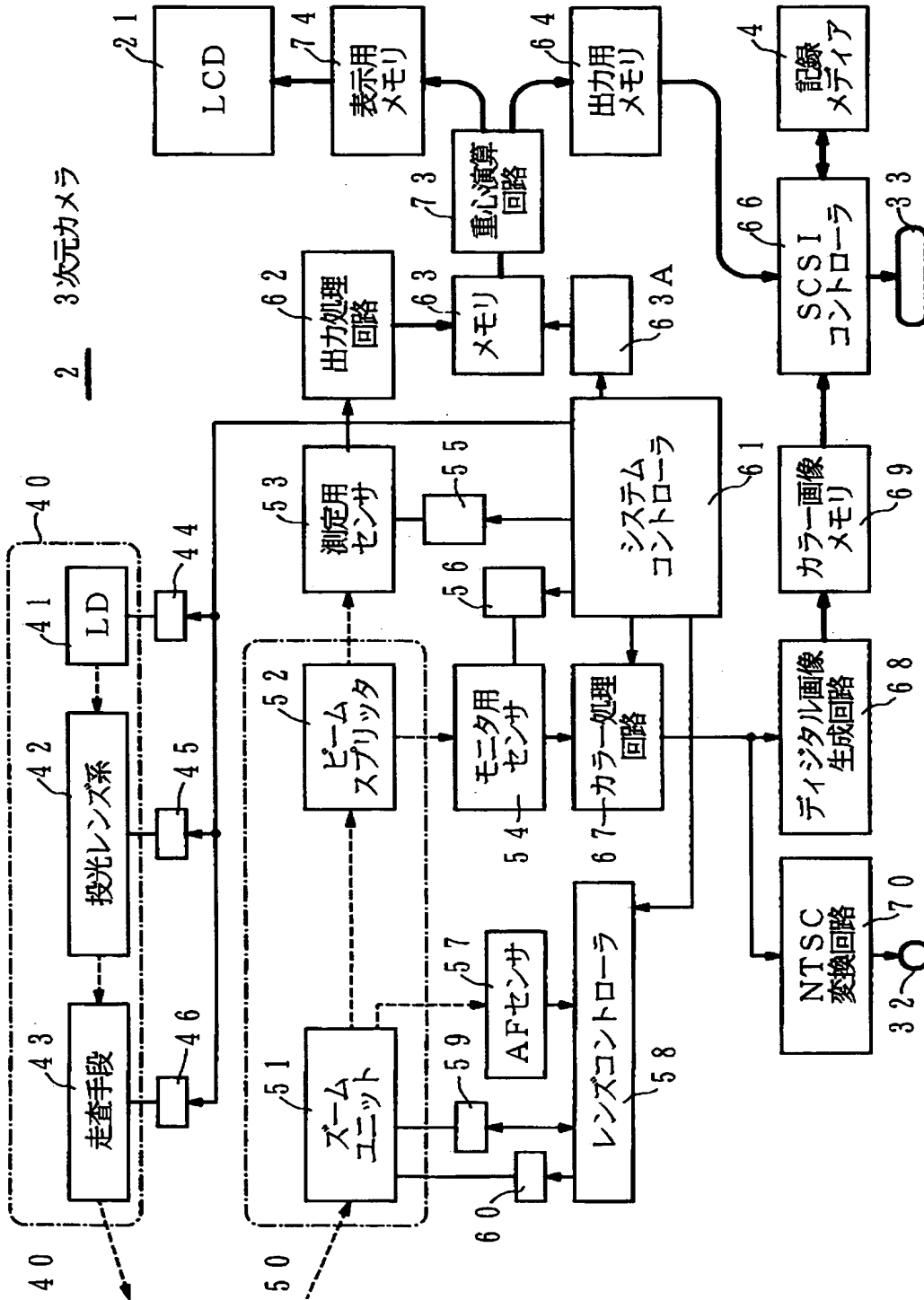
【図 1】



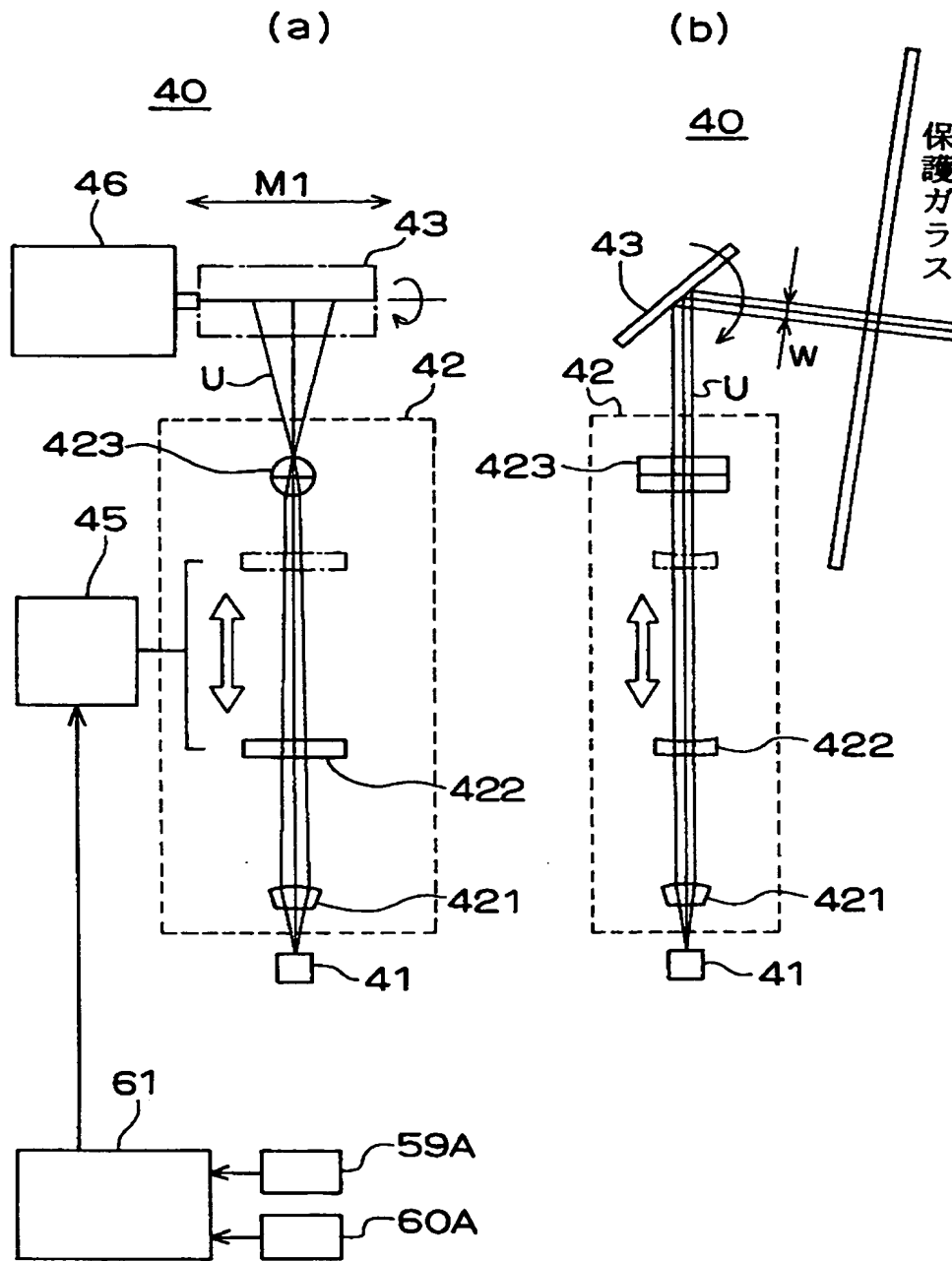
【図 2】



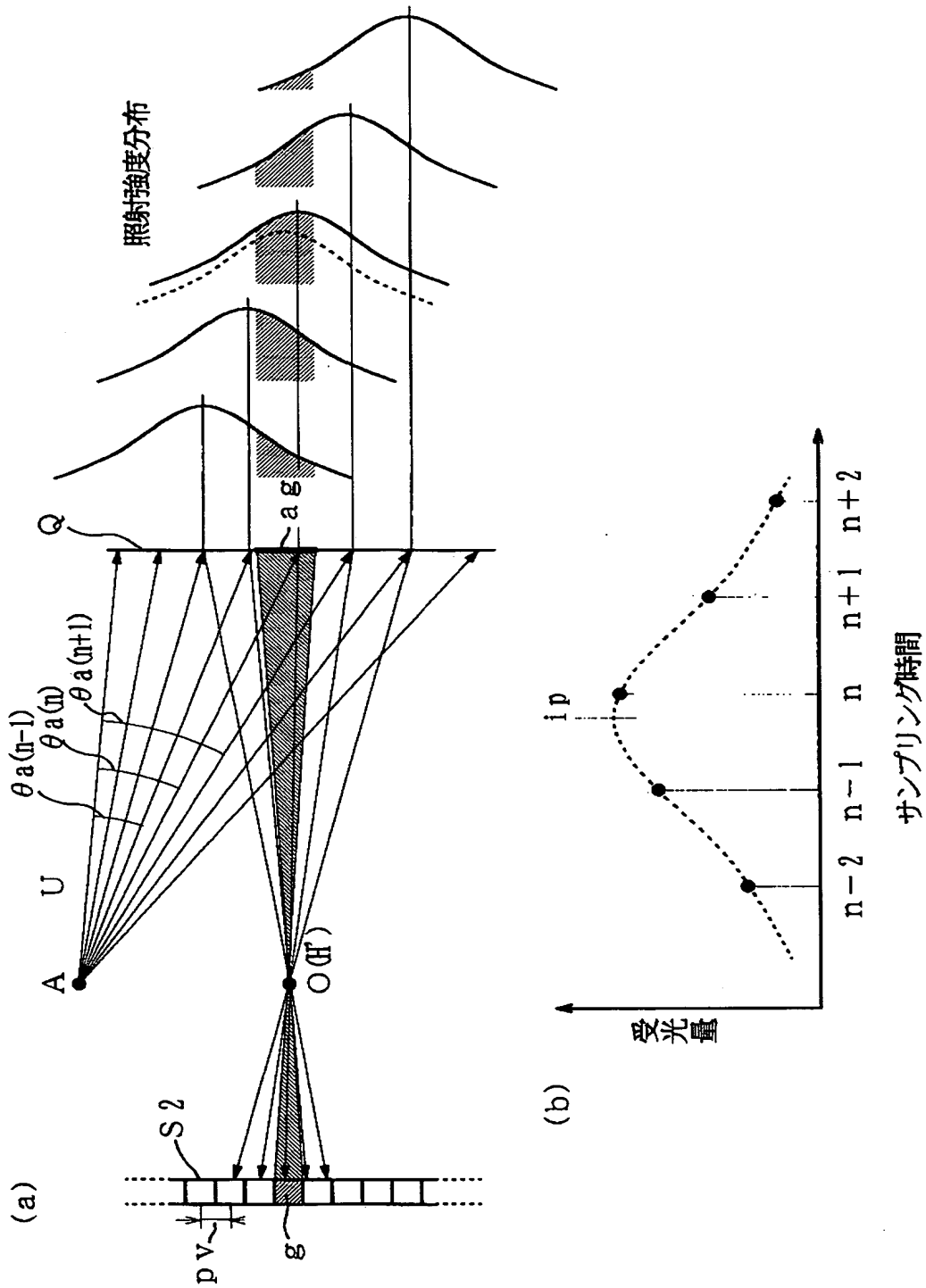
【図 3】



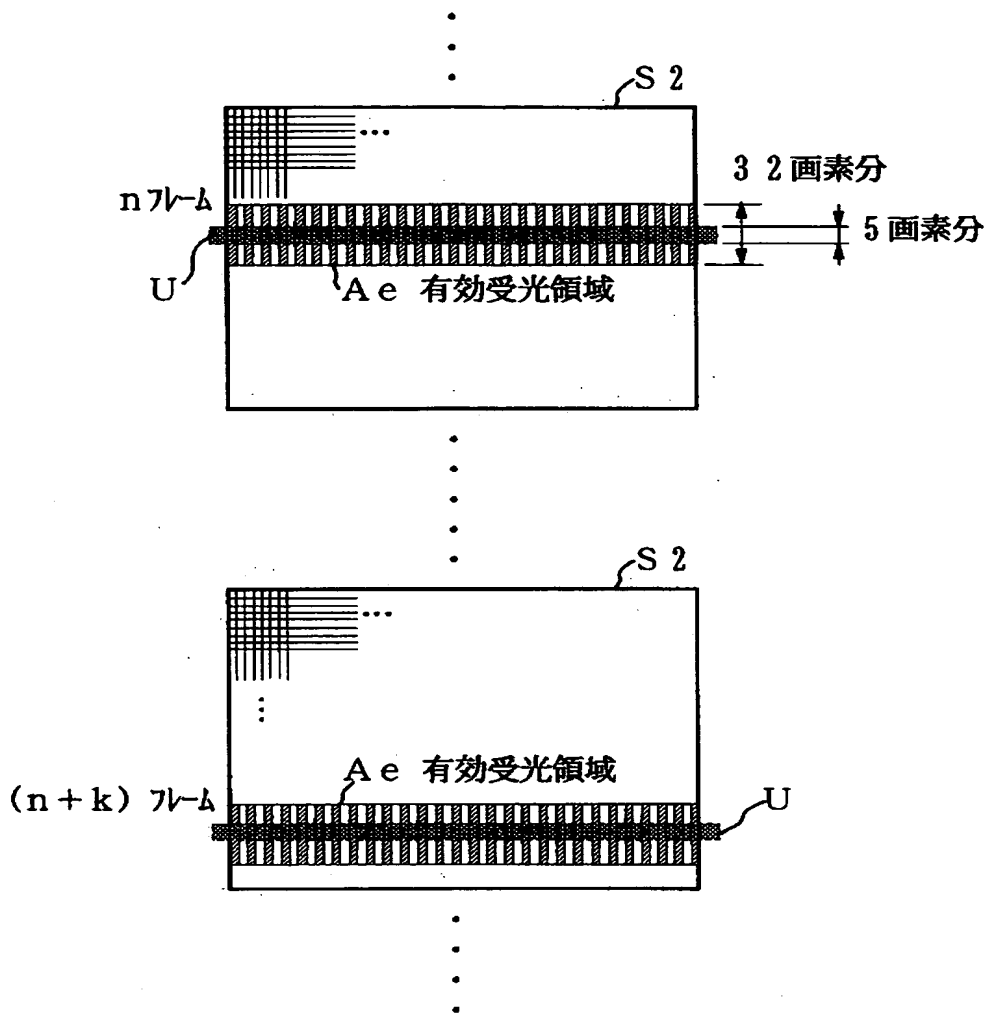
【図 4】



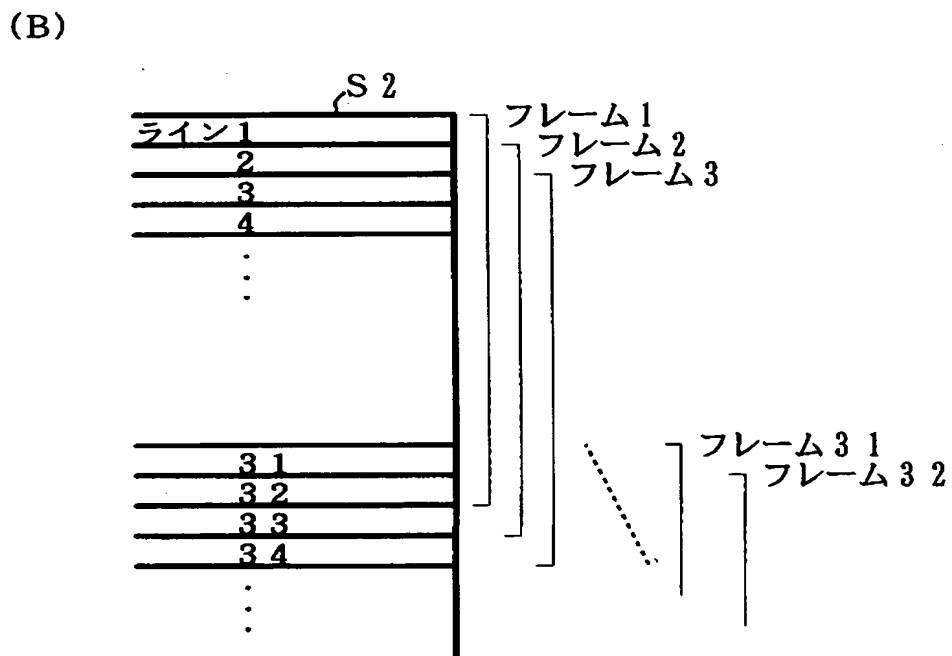
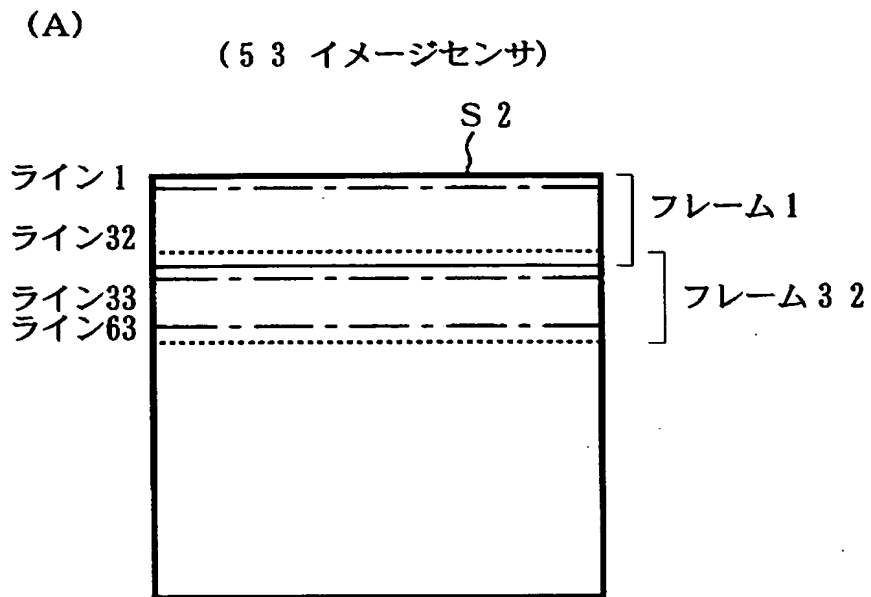
【図 5】



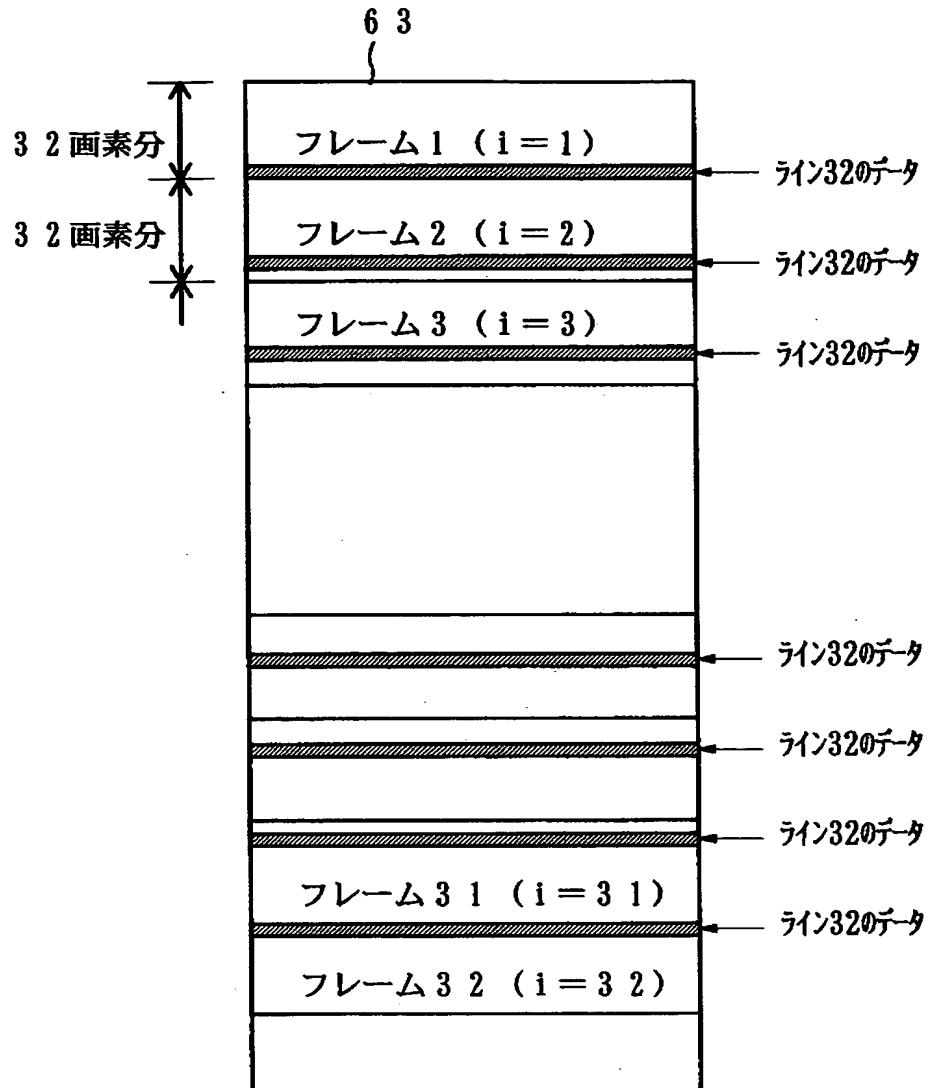
【図 6】



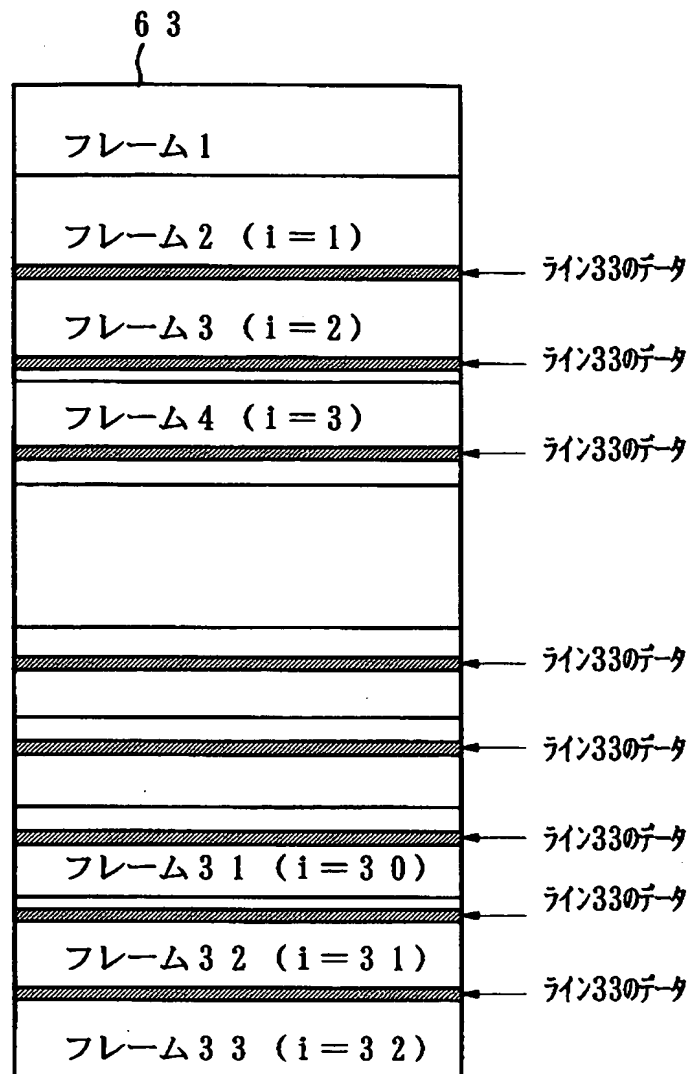
【図7】



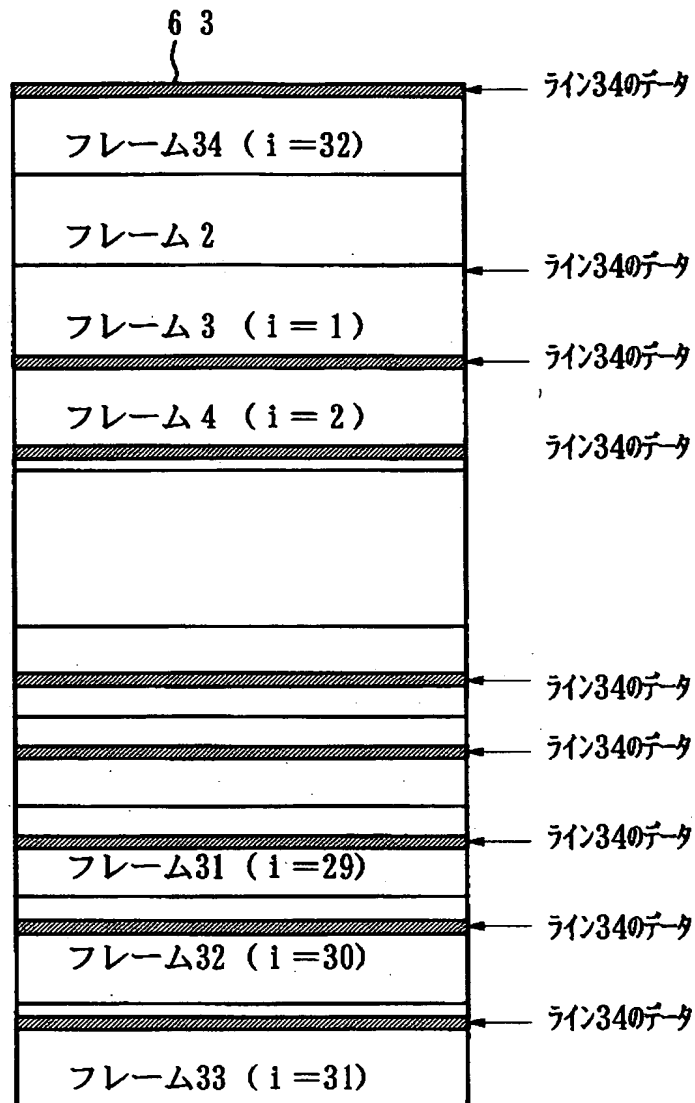
【図 8】



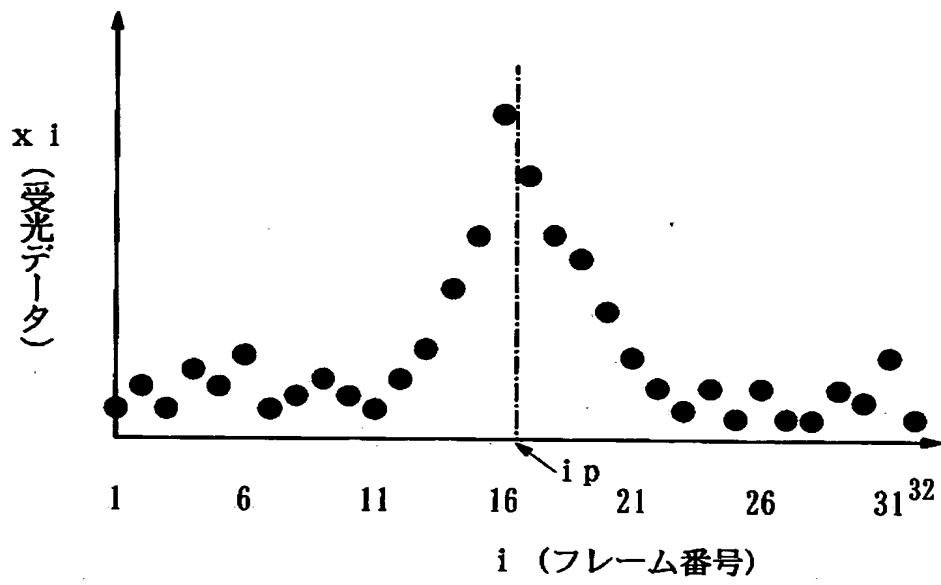
【図9】



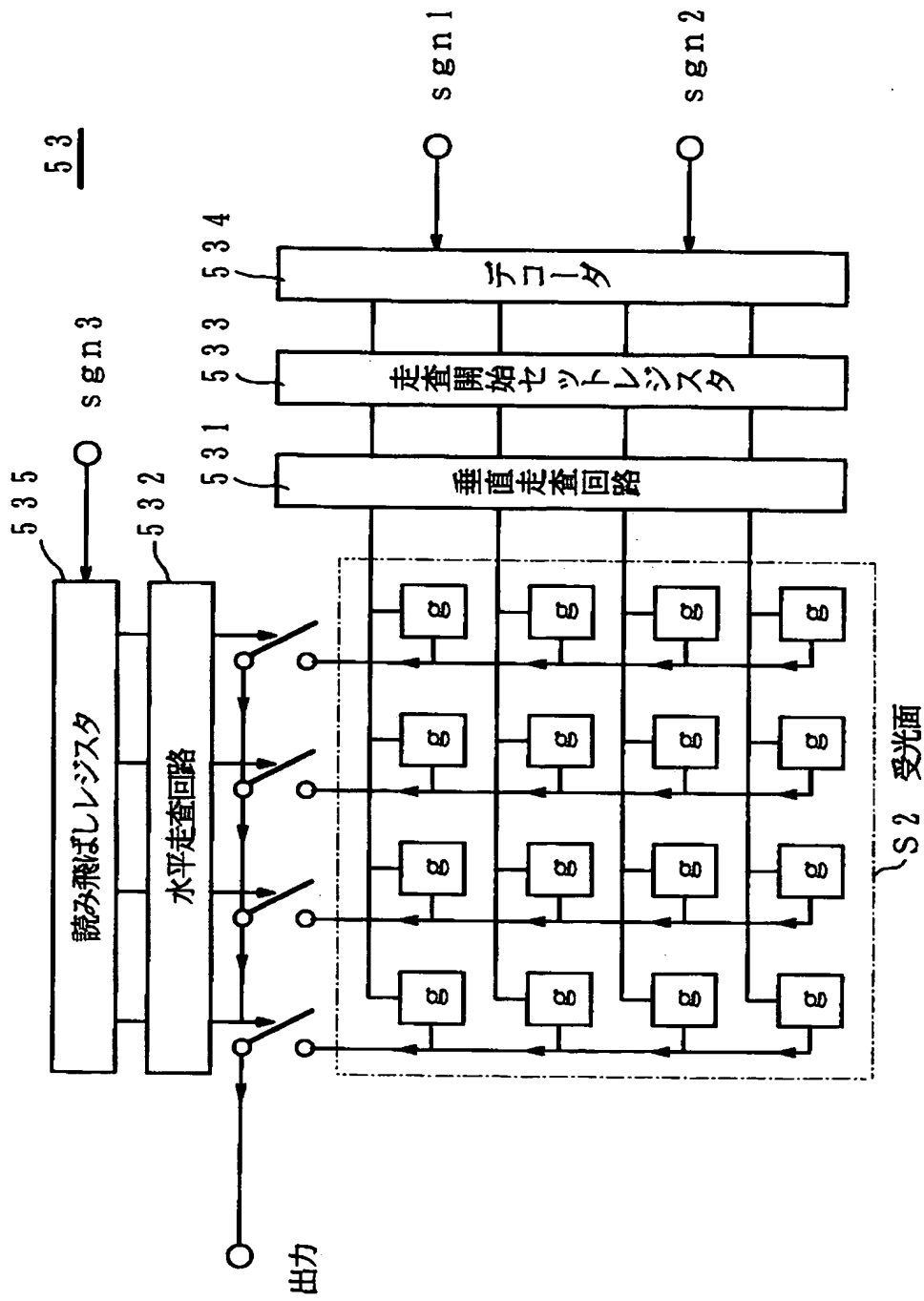
【図 10】



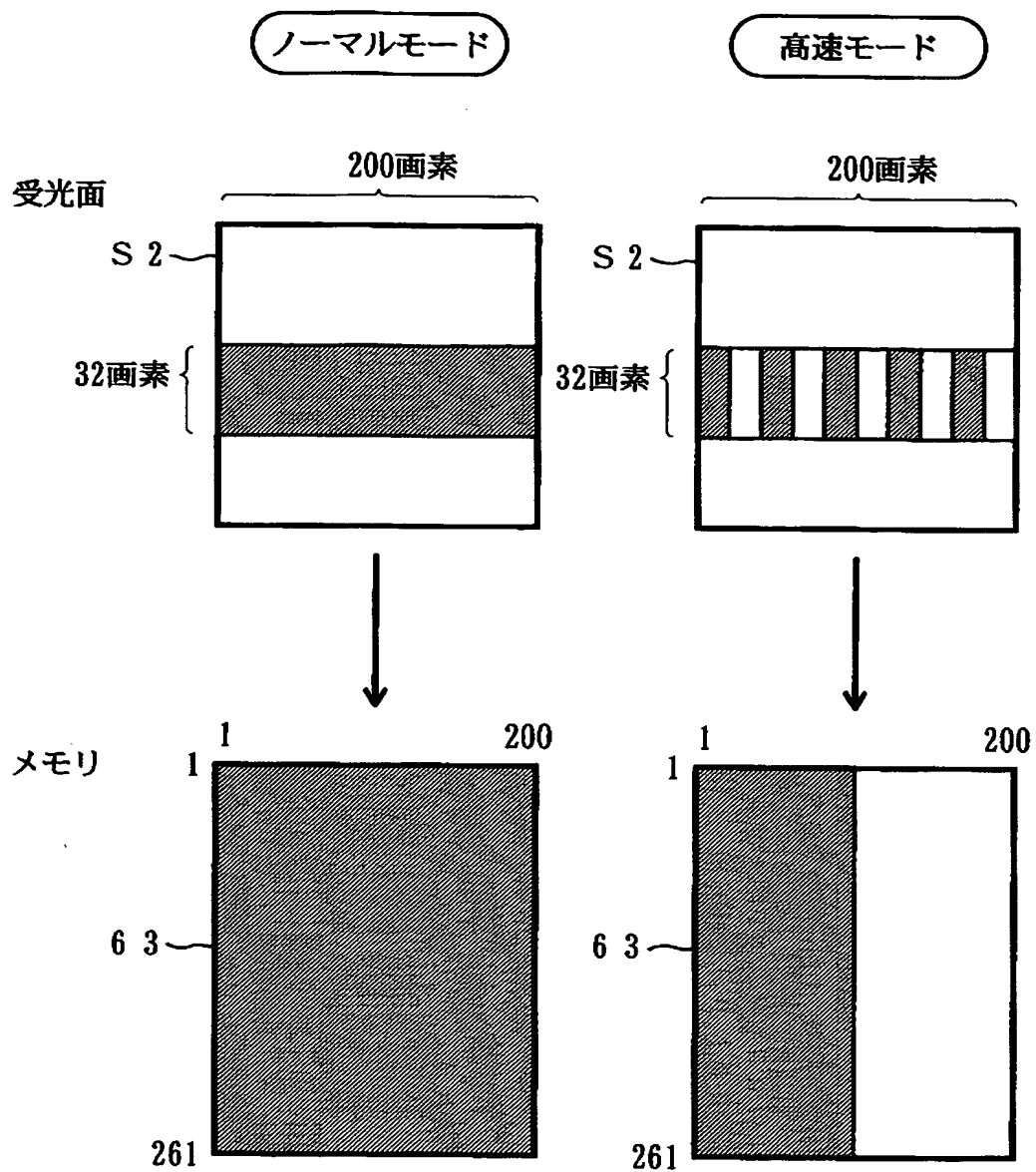
【図 11】



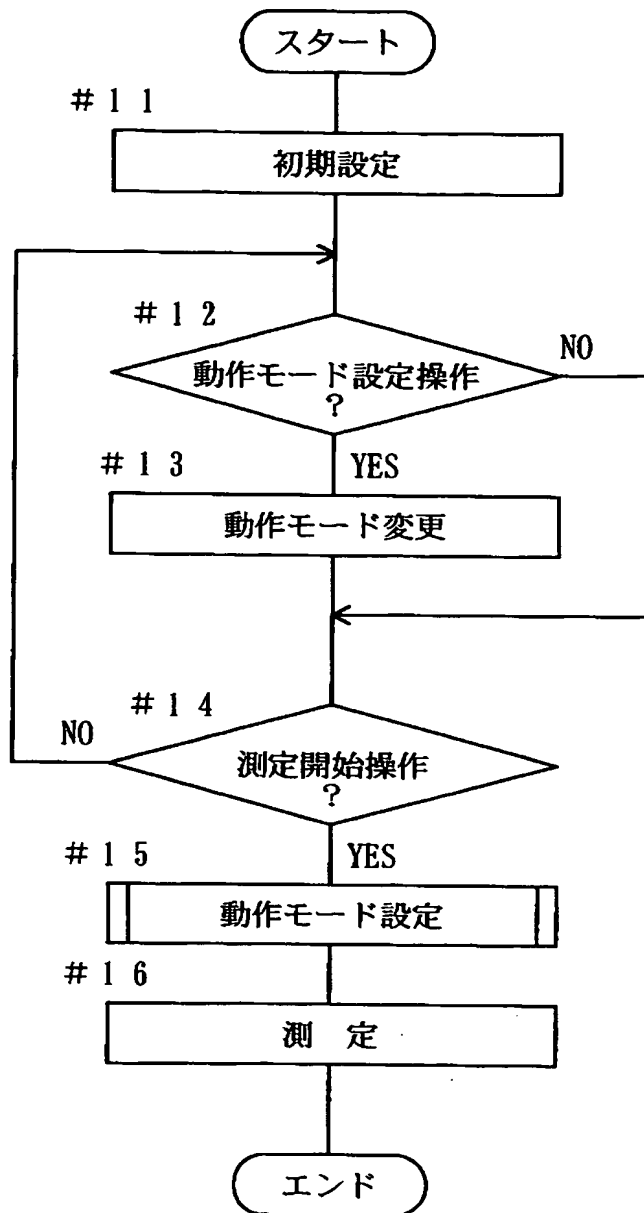
【図 12】



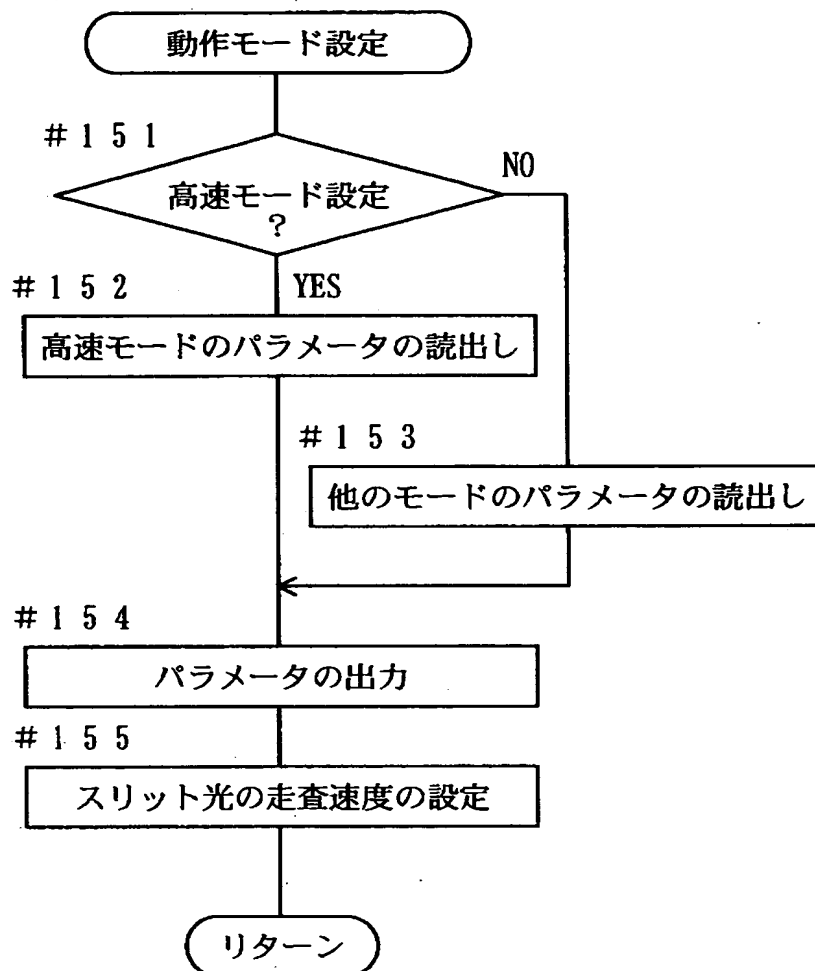
【図 13】



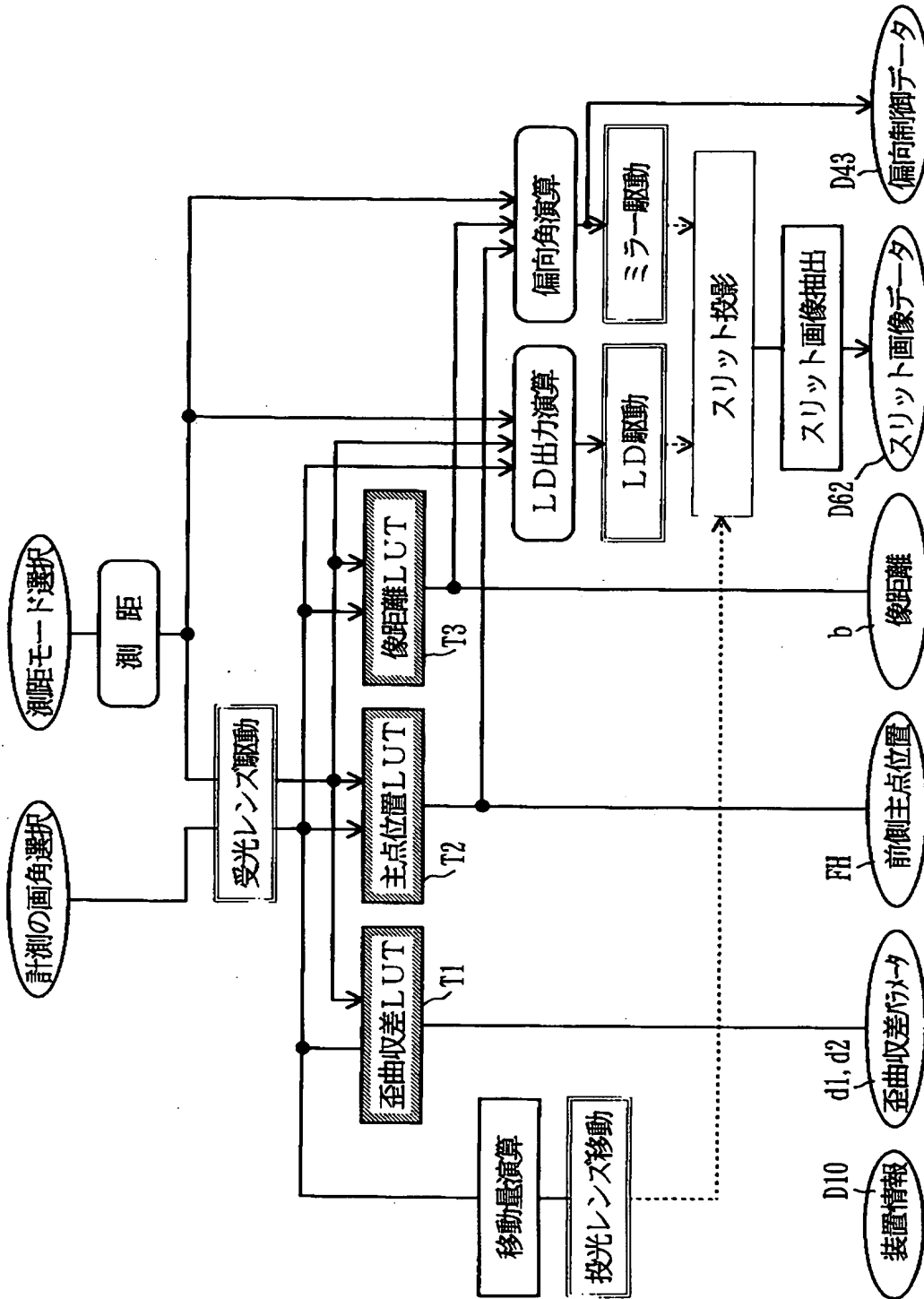
【図 14】



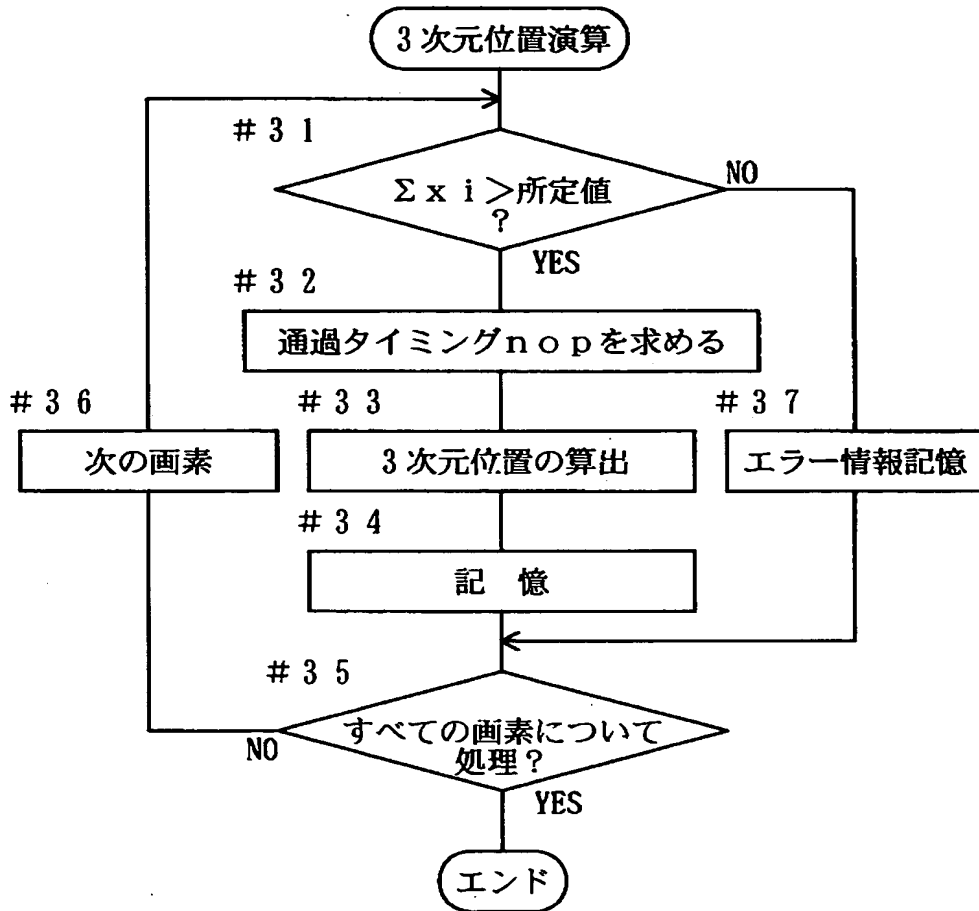
【図 15】



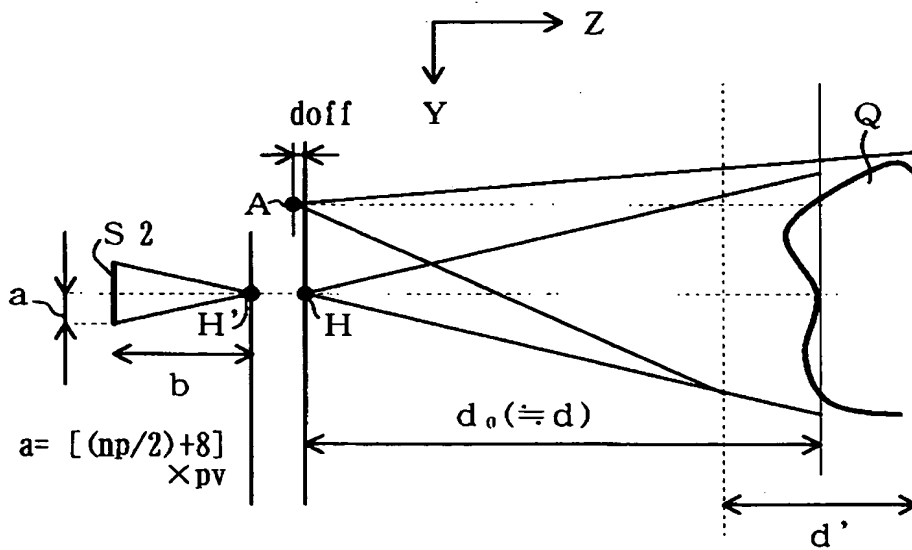
【図 16】



【図 17】



【図 18】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 3次元入力の可能な距離範囲を狭めず且つ分解能を低下させずに、所定画角の3次元入力に要する時間を短縮する。

【解決手段】 物体に向かって仮想面を走査するように参照光Uを投射し、受光面S2内の任意範囲の選択的な読出しが可能な撮像デバイスを用いて走査中に周期的に物体を撮影し、受光面S2における物体で反射した参照光Uの入射位置に応じたデータを出力する3次元入力装置において、撮像デバイスに対して、受光面における仮想面の主走査方向に相当する方向について画素を間引いて撮影像を出力させるコントローラを設ける。

【選択図】 図6

【書類名】 職権訂正データ
【訂正書類】 特許願

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】
【識別番号】 000006079
【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪
国際ビル
【氏名又は名称】 ミノルタ株式会社
【代理人】 申請人
【識別番号】 100086933
【住所又は居所】 大阪市淀川区西中島7-1-26 新大阪地産ビル
久保特許事務所
【氏名又は名称】 久保 幸雄

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000006079]

1. 変更年月日 1994年 7月20日

[変更理由] 名称変更

住 所 大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪国際ビル
氏 名 ミノルタ株式会社